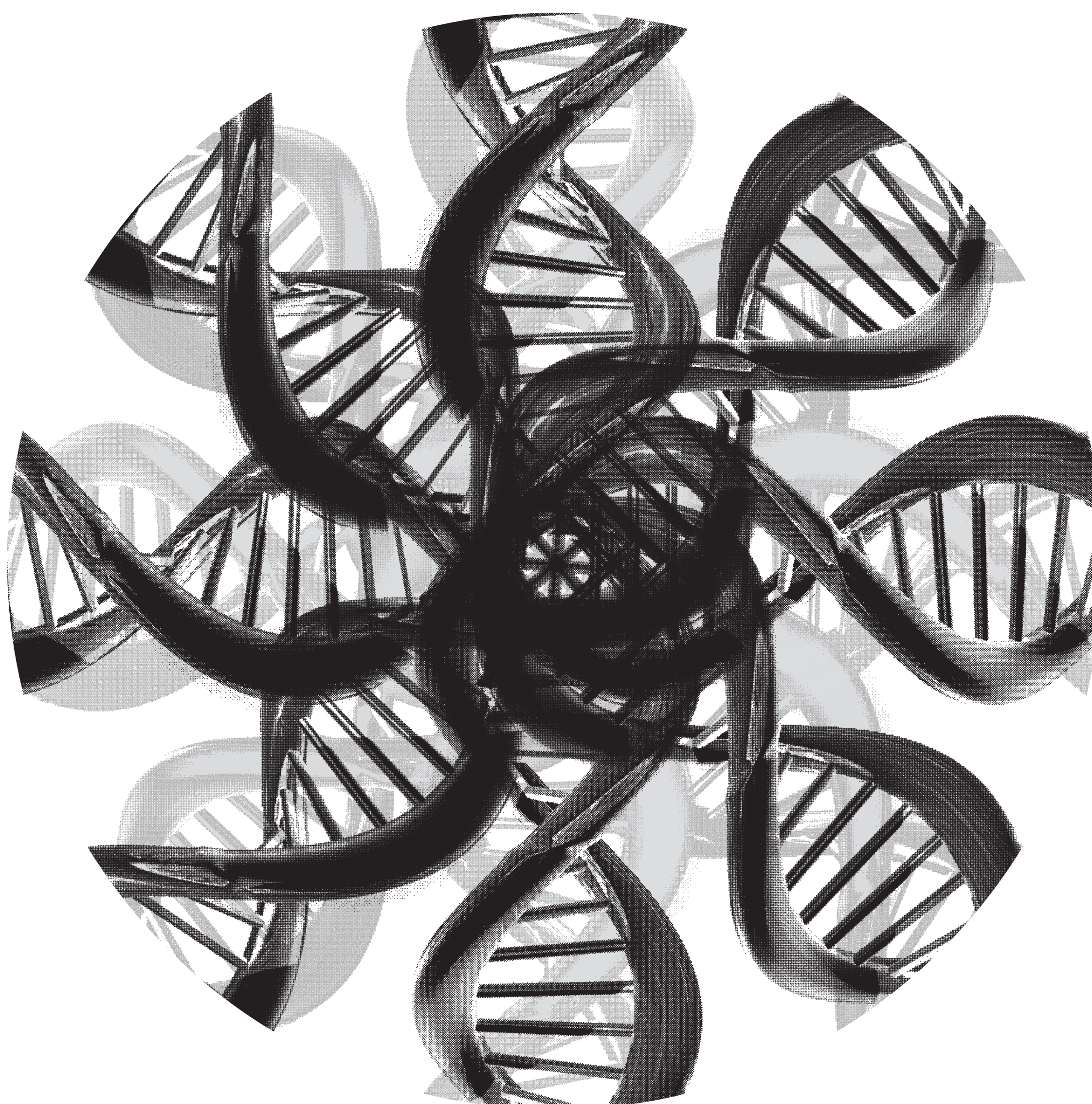
futuro

Suplemento de ciencias de **Página/12**

Año 16 / N° 836 26 . 03 . 2005



BIOLOGIA SINTETICA: FABRICAR VIDA

Levántate y anda

Insuflar vida, fabricar vida, comprender el origen de la vida parece ser una de las grandes fronteras de la ciencia que está a punto de quebrarse. O casi. La expansión de la genética lleva, como es lógico, a la tentación de ensamblar un genoma, de introducirlo en una célula, de permitir que se alimente, se reproduzca y... evolucione. Siguiendo la tradición de Frankenstein y el Golem, pero con una artillería mil veces más poderosa, en los laboratorios acecha la vida sintética, que en poco tiempo puede echar a andar.

BASUROLOGIA: ARQUEOLOGIA EN LA CIUDAD

Sonría, alguien revisa su basura

POR PABLO CASTAGNARI

Se trataba de un verdadero desafío: hurgar entre líquidos y sustancias de pronto más olorosas porque se conocía a quienes las habían producido, para después clasificarlas, compararlas y devolverlas a su lugar. Cuando el arqueólogo William Rathje y su grupo de estudiantes de la Universidad de Arizona se propusieron analizar lo que otros ya no utilizaban, quizá suponían que estaban alumbrando un nuevo objeto de estudio. Pero no. Lo que asomaba era una nueva ciencia, o al menos algo con pretensiones científicas; un término cuya etimología, por obvia, no hace falta definir: en 1973, la basurología daba sus primeros pasos.

Todo fue una gran casualidad: un par de tijeras en el presupuesto de educación de los Estados Unidos había dejado a Rathje y su troupe sin el subsidio con el que pensaban estudiar las ruinas mayas y aztecas en México. Decidieron hacer lo mismo, pero en casa; al fin de cuentas, las técnicas arqueológicas servirían para analizar restos, ya no de antiguas civilizaciones enteras sino del almuerzo y la cena del día anterior. Fulano desechaba alimentos sin vencer, mengano tomaba antidepresivos en demasía y sutano se desprendía de las fotos que ya no quería seguir viendo: la basura "hablaba", se dijeron los investigadores, al tiempo que la carrera por la intrusión en la vida privada del otro avanzaba un par de casilleros más. De allí al Garbage Project (Proyecto Basura), apenas unos días; en la actualidad, el proyecto ya no está solo: México, Italia, Canadá y Australia, entre otros países, también han especializado a buena parte de sus arqueólogos en la ahora no tan novedosa técnica del "cirujeo académico".



DIME LO QUE DESECHAS Y TE DIRE QUIEN ERES...

Ciencia o no, lo cierto es que la basurología no es más –ni menos– que una categoría específica de una categoría más amplia –la arqueología–, una ciencia que en definitiva siempre afirmó sus investigaciones sobre los restos que el hombre deja a su paso. La novedad, entonces, no es la basura en sí, sino lo que el estudio de ella permite: el análisis en simultáneo del comportamiento del hombre al momento de consumir y desechar, y, en consecuencia, la posibilidad de distinguir lo que los sujetos hacen de lo que dicen que hacen: en su libro *Use less stuff: environmental solutions for who we really are* (Usar menos cosas: soluciones ambientales para quienes somos en verdad), por ejemplo, Rathje advierte que los estadounidenses consumen entre un 40 y un 60 por ciento más del alcohol que dicen consumir, y un 200 por ciento menos de... espárragos, emblema de la dieta "sana".

Ciencia o no, lo cierto también es que los usos dados a la basurología desde su misma creación han quedado a mitad de camino entre la sociología del consumo, su hermano tecnocrático –el marketing– y la ecología. En la Argentina, por caso, los inicios de la disciplina se remontan a 1992, cuando la Fundación Senda comenzó a pulular en la basura porteña para identificar qué marca de gaseosa, qué diario matutino o qué compañía de televisión por cable prefería cada barrio. Hoy, la basura sirve también para evidenciar diferencias socioeconómicas: un habitante de San Isidro arroja, en promedio, 1,5 kg de residuos por día, apenas más que uno de Vicente López pero casi el doble que uno de Florencio Varela. Por esta necesidad de discriminar "nichos" se fomenta el desarrollo de métodos en sintonía con las últimas tendencias del marketing, al punto de "contratar" familias para que conserven lo que han decidido desechar, que luego será analizado, y vendidos los resultados de la investigación a marcas líderes de mercado, que buscan medir el impacto de una nueva línea de productos.

Excepto que se trate de cigarrillos. Como los pulmones, la basurología también se lleva a las patadas con ellos: por ser consumidos principalmente en lugares públicos (pese a las campañas que intentan prohibirlo), las bolsas de residuos domiciliarias no conservan ni colillas ni envoltorios ni otra huella del delito, lo que dificulta la identificación con una tipología de fumador. Pero es un caso único. Hay que pensar, si no, en esos recibos y tickets que suelen terminar rápidamente en el tacho: gracias a ellos, pueden deducirse –entre otros consumos que hasta no hace mucho se creían privados– la tarjeta de crédito que se utiliza, la película que se vio en el cine, las últimas compras realizadas, las instituciones a las que se pertenece, y así con casi todas las actividades de cualquier vida más o menos rutinaria.

MARX Y ENGELS ESTABAN CONFUNDIDOS

No todo lo sólido se desvanece en el aire. Depende del material. La basurología también ha contribuido a precisar los componentes de los basurales metropolitanos. El 15 por ciento de lo desechado es papel, por ejemplo, uno de los productos industrializados más nobles con el medio ambiente, que tarda en degradarse entre uno y dos meses; las latas se toman su tiempo, y se "desvanecen" recién entre 50 y 100 años después de ser desechadas, según sean las condiciones climáticas a las que estén sometidas. El plástico, uno de los enemigos más crueles de la ecología, puede permanecer hasta 500 años sin rasguños, pero no le hace sombra al vidrio, que se toma 4000 años para desaparecer, o para esperar ser encontrado junto a la Estatua de la Libertad en la próxima remake de *El Planeta de los Simios*.

La alternativa siempre vigente es el reciclaje. Se calcula que por cada tonelada de papel que se aproveche para el reciclado se evita la tala de 17 árboles (una minucia, comparados con los 65.000 que se talan para una edición dominical del *New York Times*, pero algo es algo), y que por cada tonelada de vidrio que se regenera se ahorra el 50 por ciento del agua que se utilizaría para fabricarla íntegramente de nuevo. Sin embargo, aun con los números a la vista, Rathje advierte en *Use less staff* que el reciclaje no es suficiente. De hecho, ejemplifica como buen arqueólogo, hay evidencias para suponer que tanto los mayas como los sumerios –las dos civilizaciones a las que Rathje se dedicó antes de devenir basurólogo– eran eximios recicladores, y que aún así se extinguieron.

Usar menos cosas, según Rathje, es la solución. Aun cuando su análisis de la relación entre sumerios, mayas y reciclaje peque cuanto menos de ligero, no por obvia y utópica su postura anticonsumista deja de plantear algunas preguntas, al menos dentro de los Estados Unidos: ¿cómo exigirle a la sociedad de consumo más paradigmática del planeta que se permita reducirlo?, ¿cómo evitar el choque entre el individualismo a ultranza y el necesario consumo ascético?, y por fin, ¿cómo incorporar al hábito cotidiano recomendaciones de la basurología, la ciencia que precisamente se encarga de que nada sea inútil, de que ningún desecho sea considerado basura, de que todo en definitiva pueda ser consumido?

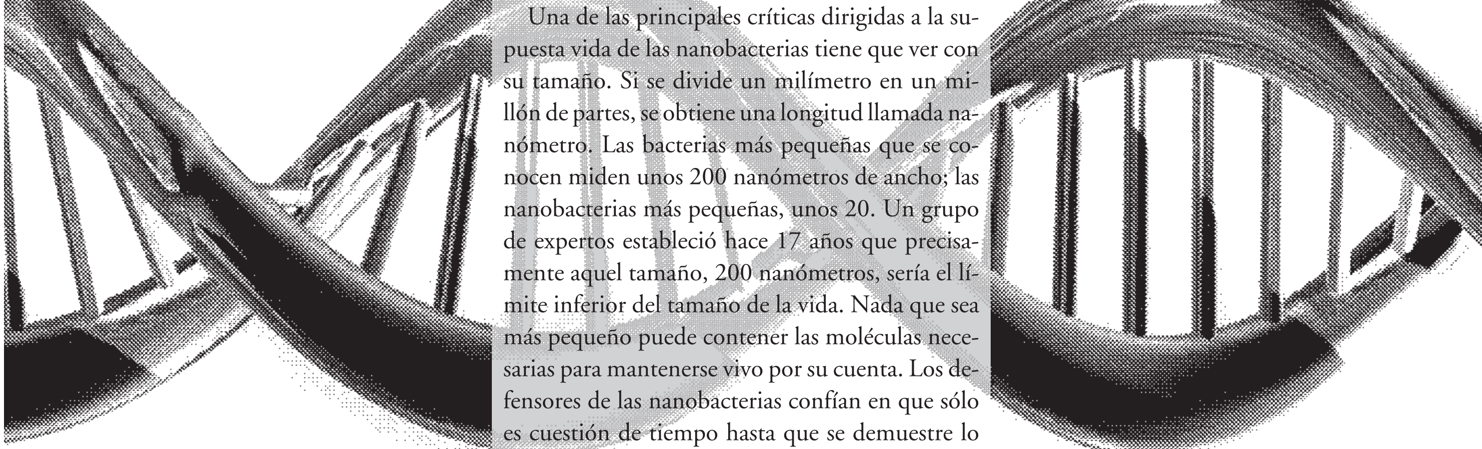
Levántate...

POR RAUL A. ALZOGARAY

Hace 3800 millones de años, la superficie terrestre estaba dominada por las radiaciones cósmicas, violentas erupciones volcánicas y lluvias de meteoritos. En ese paisaje de pesadilla, sustancias simples como el agua, el metano, el amoníaco y el hidrógeno reaccionaron unas con otras, produciendo moléculas cada vez más complejas. Después se formaron membranas que aislaron a esas moléculas del agresivo medio externo, surgieron mecanismos que les permitieron hacer réplicas de sí mismas y estrategias para captar sustancias del ambiente y transformarlas en provecho propio. Así apareció la vida en la Tierra.

Hasta ahora ocurrió sólo una vez, pero los científicos afirman que dentro de unos años pasará de nuevo. Esta vez, el escenario no será un paisaje dantesco, sino la asepsia de los laboratorios de investigación; la materia prima no serán sustancias simples, sino complejas macromoléculas especialmente diseñadas y construidas para tal fin.

Varios grupos de investigadores dedican sus trabajos y sus días a una nueva disciplina llamada Biología Sintética. Es la rama de la biología que se dedica a diseñar y fabricar sistemas biológicos que no existen en la naturaleza, y a rediseñar los que ya existen. Su objetivo más ambicioso es la creación de seres vivos.



ASI ES LA VIDA

"La vida –escribió Aristóteles– es aquello por lo cual un ser se nutre, crece y perece por sí mismo." Hoy, 2300 años más tarde, los científicos no terminan de ponerse de acuerdo sobre lo que es la vida.

Un buen comienzo para aproximarse a una definición es jugar al juego de las diferencias. ¿Qué tienen los seres vivos que no tienen las demás entidades de la naturaleza? Todos están formados por células que mantienen su integridad mediante una membrana de moléculas grasas. Todos presentan mecanismos bioquímicos que les permiten usar sustancias del ambiente para producir las moléculas y la energía que necesitan para seguir existiendo. Todos tienen información genética y pueden producir razonables copias de sí mismos. Todos están emparentados mediante lazos evolutivos. Lo que no presenta estas características, no está vivo (aunque algunos, sólo algunos, científicos aceptan unas diminutas excepciones llamadas virus).

El concepto de evolución es clave en la definición de la vida. Los organismos cambian a través de las generaciones. Algunos cambios perduran porque quienes los llevan están mejor adaptados para vivir en el ambiente que les ha tocado en suerte que quienes no los llevan. El cambio origina diversidad. Los millones, quizá decenas de millones, de especies de bacterias, hongos, plantas y animales que existen en la actualidad descienden de los primeros microbios que vivieron hace 3800 millones de años. Eso es la evolución.

¿QUIEN ESTA VIVO?

En el ámbito macroscópico, la vida tiene fronteras bien definidas. En el ámbito microscópico, en cambio, sus límites se vuelven borrosos. Allí es donde proliferan las bacterias, los virus y las nanobacterias.

Las bacterias son pequeñísimas células limitadas por una membrana de moléculas grasas; toman sustancias del ambiente y las usan para obtener la energía y las moléculas que les permiten seguir existiendo; contienen información genética y se reproducen. Son capaces de evolucionar, ¡y vaya si lo han hecho!: toda la vida de la Tierra evolucionó a partir de ellas. Son seres vivos y eso nadie lo discute.

Con los virus, la cosa se complica. Hace más de 100 años que los científicos discuten si están vivos o no. Para empezar, no son células. Poseen información genética, pero son incapaces de reproducirse por sus propios medios, porque para hacerlo necesitan las maquinarias genética y metabólica de las células que invaden (son parásitos celulares). Sin embargo, poseen una característica que inclina la balanza hacia el lado de la vida, y es que los virus evolucionan. Aun así, muchos científicos se niegan a considerarlos vivos.

Y luego están las nanobacterias, que son las más cuestionadas. Quienes las estudian las han encontrado en diversos ambientes, las han visto reproducirse formando colonias y han detectado en ellas la presencia de ADN. El año pasado, investigadores de la Clínica Mayo (Rochester, Maryland) presentaron pruebas que parecen hacerlas responsables de la formación de depósitos de calcio en las arterias y las válvulas del corazón humano. Pero la comunidad científica se mantiene escéptica y aún no las acepta como seres vivos.

Una de las principales críticas dirigidas a la supuesta vida de las nanobacterias tiene que ver con su tamaño. Si se divide un milímetro en un millón de partes, se obtiene una longitud llamada nanómetro. Las bacterias más pequeñas que se conocen miden unos 200 nanómetros de ancho; las nanobacterias más pequeñas, unos 20. Un grupo de expertos estableció hace 17 años que precisamente aquel tamaño, 200 nanómetros, sería el límite inferior del tamaño de la vida. Nada que sea más pequeño puede contener las moléculas necesarias para mantenerse vivo por su cuenta. Los defensores de las nanobacterias confían en que sólo es cuestión de tiempo hasta que se demuestre lo contrario.

VIRUS/MODELO PARA ARMAR

El genetista Eckard Wimmer y sus colaboradores de la Universidad de New York en Stony Brook fueron los primeros en sintetizar un genoma completo sin usar ADN como molde. Lo que hicieron fue buscar en Internet la secuencia del genoma del virus de la parálisis infantil (poliomielitis). Luego sintetizaron un fragmento del genoma y le encargaron a una empresa de biotecnología la síntesis de otros dos fragmentos. Después unieron los tres fragmentos con métodos enzimáticos y así armaron el genoma completo.

Por último, comprobaron que si lo ponían dentro de una célula, el genoma sintético fabricaba nuevos virus (que es exactamente lo mismo que pasa cuando un virus natural infecta una célula). Hacer todo esto les llevó tres años.

El trabajo fue publicado por la revista *Science*, y enseguida recibió duras críticas, porque habiendo tantos virus inofensivos para las personas, ¿qué necesidad tenían de ponerse a trabajar con uno tan peligroso para la salud humana? La respuesta de Wimmer fue que su intención era precisamente demostrar que usando información disponible en Internet y reactivos comprados en una empresa que los envía por correo, es posible sintetizar un virus, con todas las buenas y malas consecuencias que eso puede implicar.

El segundo genoma armado en laboratorio fue el del virus ?X174. Descubierto a comienzos de la década del 50, este virus ha sido protagonista de varias "primeras veces" en el ámbito científico. Su información genética está contenida en un único cromosoma circular que fue la primera molécula de ADN que se logró purificar totalmente. Con ese cromosoma se demostró por primera vez la capacidad de los virus para invadir a las células y reproducirse dentro de ellas. El genoma de ?X174 fue el primero que se secuenció por completo. Y aunque su genoma no fue el primero que se sintetizó sin usar un molde de ADN, sí es el que hasta ahora fue más rápidamente sintetizado de esa manera.

A fines de 2003, el grupo dirigido por Craig Venter (el mismo que lideró uno de los dos grandes grupos que secuenciaron el genoma humano) publicó la síntesis del genoma de ?X174 presentando una metodología novedosa que permitió completar el trabajo en sólo 14 días. En aquel entonces, Venter declaró a la revista *Science News* que el siguiente paso debía ser la síntesis de un genoma mínimo de bacteria. Al poco tiempo se asoció con Hamilton Smith (Premio Nobel de Medicina 1978), consiguió un subsidio estatal de 3 millones de dólares y puso manos a la obra.

Al decir un genoma mínimo de bacteria, Venter estaba hablando de fabricar un cromosoma con la mínima cantidad de genes indispensables para la vida de una bacteria. Para averiguar cuál era esa cantidad de genes, el grupo de Venter estudió el genoma de la bacteria más pequeña que se conoce, un micoplasma que infecta las vías urinarias humanas.

Los investigadores estimaron que unos 300 genes son suficientes para conferirle a una célula vida autónoma, pero se encontraron con la sorpresa de que las funciones de una tercera parte de esos genes eran desconocidas y tuvieron que ponerse a averiguarlas. En los próximos años, Venter espera reemplazar el ADN de una bacteria por un ADN sintético con los 300 genes necesarios para la vida.

EL BICHO DE LOS ALAMOS

Otro proyecto actualmente en marcha tiene un objetivo más ambicioso. Mientras Venter trabaja con componentes e información genética de seres que existen en la naturaleza, Norman Packard (fundador de la empresa Protolife) y Steen Rasmussen (del Laboratorio Nacional Los Alamos, en Nuevo México) pretenden construir un ser original, sin antecedentes naturales, al que ya le han puesto nombre: el Bicho de Los Alamos (The Los Alamos Bug).

Para construir su bicho, estos investigadores tienen en cuenta cuatro factores: contención, herencia, metabolismo y evolución.

La contención de este nuevo ser vivo estará dada por una gota de ácidos grasos (que son insolubles en agua y cuando se encuentran en ella tienden a formar microesferas). El material hereditario lo aportarán unas moléculas híbridas, mezcla de ADN y proteínas. Para el metabolismo, le suministrarán al bicho moléculas precursoras de aquellas que lo constituyan, que se activarán dentro de él por acción de la luz. Esperan que de esta manera la gota de ácidos grasos aumentará de tamaño y terminará dividiéndose (se "reproducirá"). Packard y Rasmussen consideran que la interacción de estos tres factores favorecerá la aparición del cuarto, que es la evolución.

Mientras tanto, en la Universidad de Roma 3, un equipo dirigido por Per Luigi Luisi trabaja en la construcción de una célula mínima; Jack Szostak y sus colaboradores (Universidad de Harvard), en una forma de vida sintética similar al Bicho de Los Alamos; y el grupo de Albert Libchaber (Universidad Rockefeller), en lo que ellos llaman "biorreactores vesiculares", uniendo componentes celulares de distinto origen.

Respecto del tiempo que llevará obtener los primeros microbios sintéticos con vida autónoma, Rasmussen afirma que en el más optimista de los casos transcurrirán al menos 10 años. Szostak coincide en que se logrará hacerlo en 10 o 20 años (pero confiesa que hace 10 o 20 años que viene diciendo lo mismo).

NO CUALQUIER SER VIVO

Seguramente, los motivos que dan vueltas en las mentes de estos científicos son muchos. Quien primero logre sintetizar una nueva forma de vida tendrá la enorme satisfacción de haber resuelto uno de los más grandes desafíos de la ciencia, se hará instantáneamente famoso y su nombre pasará a ocupar un lugar destacado en la historia de la ciencia, ganará mucho dinero y obtendrá con facilidad suculentos subsidios para seguir investigando, será candidato al Nobel...

Se espera, además, que los resultados constituyan un beneficio para la humanidad, porque la idea no es crear un ser vivo cualquiera, sino aquellos que sean de interés ambiental, industrial o sanitario. Microbios que degraden sustancias tóxicas y puedan ser usados para limpiar ambientes contaminados; que fabriquen medicamentos; que produzcan combustible; que recorran el cuerpo humano para detectar y diagnosticar enfermedades.

Dado que ya se han desarrollado métodos para modificar genéticamente a las bacterias naturales para que realicen estas tareas, ¿hace falta crear seres sintéticos para que las lleven a cabo? Rasmussen opina que el problema radica en que las bacterias existentes son extremadamente versátiles y resulta difícil mantenerlas realizando actividades específicas. Una bacteria sintética, en cambio, podría ser diseñada para realizar una única tarea, alcanzando así una máxima eficiencia.

RIESGO, ETICA Y MAS ALLA

Uno de los posibles riesgos de la creación de seres sintéticos es su liberación accidental o intencional en el ambiente. Por esta razón, los científicos están trabajando con microbios que no son peligrosos para las personas, y piensan diseñarlos de manera que no puedan sobrevivir fuera de las condiciones del laboratorio. Pero la historia nos ha enseñado que aun cuando se cree que todo está bajo control, pueden ocurrir incidentes en los que nadie había pensado. Habrá que estar tan preparados como sea posible para enfrentar estas eventualidades.

También se han tomado recaudos en el campo de lo ético. Antes de ensamblar el genoma del virus ?X174, por ejemplo, Venter sometió el proyecto al análisis de un comité independiente que estudió el caso durante un año antes de declararlo éticamente aceptable.

Claro que no todos están de acuerdo con la ejecución de estos proyectos. Hay quienes piensan que son contrarios a las leyes de la naturaleza o a las leyes divinas (que para algunos son la misma cosa). Para ellos, los científicos que intentan crear vida están cometiendo el error de jugar a ser dioses. "No necesariamente –declaró a la revista *New Scientist* el teólogo John Haught–. Somos parte de la naturaleza, y como seres naturales que estamos viviendo y creando vida sintética, en el fondo no somos más que vida creando más vida, que es lo que ha estado ocurriendo con la evolución durante los últimos 4 mil millones de años. Y eso no excluye la idea de Dios creando vida por medios naturales (en este caso nosotros), que es la forma en que la teología acepta que El ha estado operando desde siempre en este mundo."

En su página de Internet, los científicos que trabajan en Biología Sintética en el Instituto de Tecnología de Massachusetts se preguntan si debemos pasar pasivamente por este mundo o tenemos la responsabilidad de interactuar con él en forma racional. Debería bastar echar un vistazo a las consecuencias de cada una de estas actitudes para encontrar la respuesta.

NOVEDADES EN CIENCIA

PERFUMES ERAN LOS DE ANTES

BBC MUNDO

Mucho antes de que los franceses se jactaran de fabricar los mejores, muchísimo antes de que Patrick Süskind creara un personaje que asesinaba según el rastro que ellos le dictasen, los perfumes ya existían, tenían fragancias particulares y eran tanto o más caros que ahora. Un equipo de arqueólogos italianos que trabaja en unas ruinas en Chipre asegura haber descubierto los restos de lo que habría sido una fábrica de fragancias de la Edad de Bronce, y entre ellos barriles con perfumes de 4000 años de antigüedad, los más añejos conservados hasta hoy.



Y todo for export. Los enormes barriles de 500 litros de aceite encontrados hacen creer a los investigadores que el establecimiento funcionaba como proveedor de las principales ciudades del Mediterráneo del este, y no sólo de perfumes: al parecer, la fábrica era una más entre tantas dedicadas a otros rubros de producción manufacturada, una especie de polo industrial inserto en una época enteramente artesanal, más de 5500 años antes de que la industria fuese siquiera imaginada.

Una prensa de olivos, bodegas de almacenamiento y talleres de fundición de cobre; esencias de canela, laurel y mirto: máquinas y materias primas necesarias para elaborar las doce esencias distintas que los científicos pudieron reconstruir, según aromas que aún permanecían en botellones de arcilla.

Claro que todo producto industrial necesita de un mercado: Creta, en este caso. El perfume (hoy) chipriota era un elixir de la época, accesible sólo para pocos, además de ser utilizado para ceremonias religiosas y fúnebres. Quizá ni el valor arqueológico que puede tener en la actualidad se le compare. De todos modos, la ciencia agradece, por así decirlo, el terremoto que destruyó la fábrica y que ocultó sus restos; los mismos investigadores opinan que, por las guerras y los cambios de posesión que sufrió el territorio en los años sucesivos, todo hubiera sido saqueado y luego destruido.

MAQUILLAJE TAMBIEN ERA EL DE ANTES

Discover

Ahora sí que se explica por qué la belleza de las mujeres italianas no tiene comparación. Parece que desde el vamos, desde que la mismísima Roma fue Roma, se han cuidado de que así sea. Lo confirma un grupo de arqueólogos de la Universidad de Bristol, Inglaterra, tras analizar el contenido de un envase romano encontrado en las inmediaciones de Southwark, en el sur de Londres, que sentencia: las mujeres romanas abusaban del cuidado del cutis. Pagaban, y mucho, por conseguir una especie de *bótox* antiguo, del siglo II d.C, un raro ungüento hecho a partir de grasa animal, almidón y óxido de estaño, que dejaba sus pieles tersas, suaves y con una sutil palidez; al fin de cuentas, todos queremos ser siempre jóvenes.

La evidencia se escondía donde seguro nunca llegará un diseñador de modas: un desagüe en el complejo Tabard Square. Así el olor, profundo y repelente, "similar al del huevo podrido", según uno de los arqueólogos. Podía ser una pasta de dientes, una crema para tapar las heridas o algo para marcar a las cabras. Pero no. Al probar una réplica de la crema en sus cuerpos, los investigadores también lucieron la piel delicada y polvorosa: las romanas (y por qué no, los romanos) también estaban a la moda. "Tiene este componente de óxido de estaño, que al parecer se utilizaba para pigmentar. Es un material inerte que cuando se frota en la piel se torna blanco", explicó el bioquímico Richard Evershed. El almidón, por su parte, aún ahora se utiliza en productos de cosmética.

"Creo que estamos delante de un producto sofisticado", dijo Francis Grew, curador de arqueología del Museo de Londres y coautor del artículo que confirma el dato. El envase, dicen, estaba tapado herméticamente: alguna belleza romana, que quería asegurarse de que las italianas fueran siempre las más bellas y que exportó el producto a Inglaterra.

DIVIDE Y REINARAS

NewScientist

Srinivasa Ramanujan fue lo que cualquiera podría entender como un verdadero genio: infancia en la miseria en un país en la miseria (India, principios del siglo XX), pasatiempos un tanto excéntricos como recitar los decimales del número pi, educación autodidacta y cuadernos atestados de números y fórmulas que sólo él podía comprender. Así y todo, 32 años le alcanzaron para plagar las matemáticas de enigmas. Desde la semana pasada, queda uno menos en la cuenta: Karl Mahlburg, un joven matemático de Wisconsin, Estados Unidos, dio un paso más en la teoría de las particiones de los números enteros.



La afirmación de Ramanujan parecía en principio sencilla: los números enteros pueden ser divididos en sumas más pequeñas, llamadas "particiones". El número 4, por ejemplo, puede descomponerse en cinco: 4, 3+1, 2+2, 1+1+2 y 1+1+1+1. Lo que alteró todo lo supuesto hasta entonces llegó al momento de describir las posibles combinaciones de los primeros 200 números enteros: existían patrones en común entre muchos de ellos, pero no todos. Así, desde el 4, cada cinco números el resultado puede "particionarse" en múltiplos de 5. Lo mismo ocurre con los números que pueden descomponerse en múltiplos de 7 (desde el 5 en adelante) y de 11 (desde el 6). Desde allí, el enigma: las llamadas congruencias de Ramanujan fueron explicadas de distintos modos. Hasta que a fines de los '90, el profesor Ken Ono, también de Madison y un erudito de la obra de Ramanujan, volvió a la carga: algunas otras anotaciones del indio daban a pensar que todos los números primos enteros podían ser particionados según patrones establecidos.

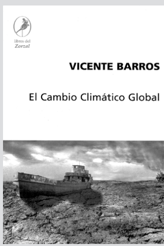
He aquí el mérito de Mahlburg: hallar la forma de particionar números enormes del modo más fácil posible. Para ello, retomó una revisión de la teoría de Ramanujan que proponía dividir al número en tantas partes iguales como debería ser particionado. Y fue más allá: las partes no tenían por qué ser iguales; bastaba con que fueran a la vez múltiplos del número en que se particionaba. Esto es: en lugar de dividir al número 115, por ejemplo, en cinco partes de 23 (no divisibles por 5, claro está), es preferible pensarlo como 25+25+25+10+30.

Como no podía ser menos, a la fórmula ya se le ha encontrado provecho: será de gran utilidad para el desarrollo de la física de partículas y para el comercio informático, al poder encriptarse con más facilidad los códigos de las tarjetas de crédito.

LIBROS Y PUBLICACIONES

EL CAMBIO CLIMATICO GLOBAL
Vicente Barros
Ed. Libros del Zorzal, 172 págs.

Del 6 al 17 de diciembre pasado, Buenos Aires fue sede de una Conferencia sobre Cambio Climático, donde, entre otras cosas, se discutió el Protocolo de Kioto (que busca facilitar el recambio tecnológico necesario para la reducción de las emisiones de gases). El libro de Vicente Barros ofrece una información precisa sobre el tema, evitando uno de los gestos más tediosos de este tipo de trabajos: la exposición de predecibles opiniones personales sin una sólida base argumentativa.



Lejos de eso, *El cambio climático global* comienza con una eficaz introducción que, sin caer en la simpleza, pone en claro conceptos imprescindibles para participar del debate como "gases de efectos invernadero" y "ventana de radiación". Además, al final se incluye un glosario y bibliografía actualizada que le facilitan al lector el seguimiento sobre el tema.

Sin dar por sentada ninguna idea, la obra extrae cada afirmación de un minucioso análisis teórico; lo cual se ve, por ejemplo, cuando luego de enumerarnos las causas externas más frecuentes de variabilidad climática (naturales, antrópicas, astronómicas y geológicas) y de ofrecernos un atractivo repaso sobre la variabilidad climática en el pasado (que nos explica por qué los vikingos no se instalaron en nuestro continente), se nos esclarecen las condiciones del importante componente de origen antrópico en el aumento de 0, 6 C que experimentó la temperatura global en la superficie de la Tierra en los últimos 150 años.

Otro aspecto interesante del libro consiste en no ocuparse únicamente de las trágicas consecuencias que origina el calentamiento global sino también de la distribución de responsabilidades que les corresponderían a los países en distintas vías de desarrollo y los intereses sectoriales, ideológicos y nacionales relacionados con el fenómeno. Todo lo cual nos lleva a pensar que el cambio climático actual no conforma tanto un debate ético como sí una problemática de gran complejidad política.

A.F.H.

UNA DISCUSION DE LA EDAD MEDIA

Las esencias y las cosas

POR ESTEBAN MAGNANI

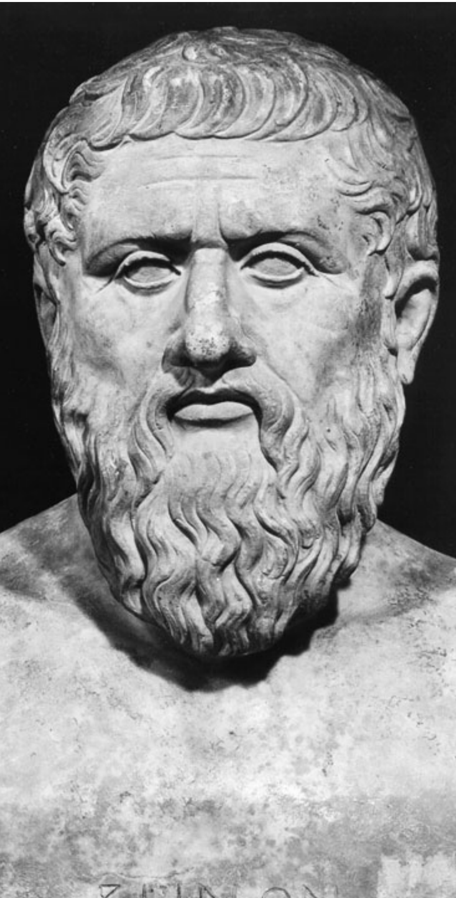
La Edad Media fue una época de discusiones que mayoritariamente hoy calificaríamos como bizarras, pero que en realidad no lo son tanto. Uno de los debates que hoy puede parecer un poco baladí fue la famosa "querella de los universales", que sostuvieron a lo largo del siglo XI diversos religiosos-intelectuales que discutían acerca de la idea eminentemente platónica de la existencia concreta de los ideales o de lo que hoy se denominaría "conceptos". ¿Existe EL caballo, el concepto "caballo" del que se derivan, por así decirlo, Rocinante, Pamperito y Mr. Ed? ¿O es que extrayendo de los muchos caballos una supuesta esencia se obtiene el concepto de "caballo"? Y si fuera este último el caso, ¿cómo se sabe si uno está frente a un caballo o no? ¿Porque tiene cuatro patas? ¿Y si le falta una? ¿Y si es un perro? ¿Está en su código genético? Preguntas que sufrieron flujos y reflujos a lo largo de los siglos.

LA CABALLIDAD

Una semilla de la discusión que vendría luego fue, seguramente, la que plantó Platón (428 a.C.-347 a.C.). Según él las ideas tienen una existencia real. Es más, el ser humano antes de nacer habría tenido acceso a las ideas absolutas, las esencias: LA montaña, EL caballo, etc.. Una vez en la vida material los hombres olvidaban eso y sólo podían ver las "sombras" de esa realidad superior (como bien explica el mito de la caverna) y sólo la razón es la que puede llevar al hombre a recuperar esas ideas que subyacen a los engaños de los sentidos. La teoría, que navegaría los siglos (incluso hasta hoy, por qué negarlo), produjo, como era de esperar, algunas críticas. Irónico, otro alumno de Sócrates llamado Antístenes, preguntaba a su maestro: "¡Oh Platón, el caballo lo veo; pero no veo la caballidad!".

El dilema apareció claramente planteado unos siglos después en *Isagoge*, un libro de Porfirio, filósofo del siglo II, donde el autor se pregunta si existen o no los universales ("animal", "hombre", etc.), si son corpóreos o no y, si son incorpóreos, cuál es su relación con las cosas sensibles. La respuesta que se elija dar tendrá un sinnúmero de consecuencias: si se acepta que la verdadera realidad la dan los universales se cae en una suerte de espiritismo pero al mismo tiempo se salva a la razón como fuente de saber; si en cambio se elige a las cosas sensibles como elemento del que se extraen los conceptos se les da primacía a las engañosas sensaciones.

Ya en el siglo XI, cuando las discusiones en general se mantenían en el plano teológico y se resolvían leyendo las sagradas escrituras mucho más que observando al mundo, se reavivó la polémica sobre las ideas. Los llamados nominalistas, como el monje Roscelino de Campiègne (c. 1150-c. 1120) atacaron la realidad de las ideas. Según ellos los universales son sentencias vacuas, meras palabras (*flatus vocis*) construidos por el hombre; en resumen el universal sólo existe en la palabra y lo único real son los ejemplos individuales que las inspiran. Desde la muralla de enfrente Guillermo de Champeaux (1070-1121) y San Anselmo (1033-1109) pregonaban la realidad concreta de los universales que permitían a la razón establecer la identidad entre cosas totalmente disímiles: el universal "hombre" era lo que permitía a los simples mortales encontrar una identidad común entre dos personas tan distintas como Sócrates y Platón. Roscelino fue acusado de tritreísmo por considerar que si Dios existe a través del Padre, el Hijo y el Espíritu Santo, son éstos los que realmente existen y no el concepto de Dios. De más está decir que tuvo que negar todo y abandonar, al menos por un tiempo, la peligrosa costumbre de ventilar sus ideas.


PLATON (428 A.C.-347 A.C.)

En medio quedó el "realismo moderado" o "conceptualismo" de otro religioso, Pedro Abelardo (1079-1142), el famoso amante de Eloísa, quien sostenía que todo es individual, pero que los universales existen realmente como conceptos que quedan aún después de que se desvanecen las palabras, y esos conceptos viven de alguna manera en la razón y nos permiten ordenar el mundo, conocerlo.

¿EL FIN DE LA HISTORIA?

La batalla parece, al menos hasta ahora, inclinarse del lado de los nominalistas moderados que le dan entidad aunque sea abstracta a los universales que produce la mente humana, y que los nombres que se da a las cosas son recortes posteriores a su existencia y que cada uno de ellos responde a una necesidad taxonómica: se puede identificar a un sujeto con los conceptos "caballo", "cuadrúpedo", "vertebrado", etc. al mismo tiempo sin que nada en la cosa fuerce a elegir una u otra categoría inmanente a él.

De cualquier manera, como toda batalla, la victoria nominalista tiene su costo. Por empezar condena prácticamente a toda la ciencia al inductivismo. La matemática, ese campo firme y a la vez pantanoso de la ciencia, es la excepción ya que la razón parece ser la única guía que conduzca por su selva y las herramientas que usa (como el triángulo) tienen una entidad propia tan fuerte, asimilada a reglas y comportamientos que es más difícil negarles su condición de ideal en el sentido platónico.

El problema de los universales tal vez sea una discusión exclusivamente a nivel de las palabras y sus definiciones, una limitación ontológica que impide seguir camino hacia una verdad absoluta. Antonio Machado en su inmejorable *Juan de Mairena*, recomendaba "No os empeñéis en corregirlo todo [...] Porque hay defectos que son olvidos, negligencias, pequeños errores fáciles de enmendar, y deben enmendarse; otros son limitaciones, imposibilidades de ir más allá, y la vanidad os llevará a ocultarlos. Y eso es peor que jactarse de ellos".

AGENDA CIENTIFICA

RESIDENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICAS

Hasta el 31 de marzo está abierta la inscripción para realizar las residencias en Bioquímica Clínica y residencia Farmacéuticas.

RESIDENCIAS EN BIOQUIMICA CLINICA

Para argentinos nativos o naturalizados, con título de bioquímicos o equivalente. Informes e inscripción: Hospital Gral. de Agudos Bernardino Rivadavia. Avda. Las Heras 2760, Dirección de Capacitación, Ciudad de Buenos Aires. Horario: 9 a 12. Tel.: 4807-3341/0428.

Inicio: 1º de junio de 2005.

RESIDENCIAS FARMACEUTICAS

Para argentinos nativos o naturalizados, con título de farmacéuticos.

Informes e inscripción: Hospital de Agudos Bernardino Rivadavia. Avda. Las Heras 2760, Horario: 9 a 12. Tel.: 4807-3341/0428.

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

FINAL DE JUEGO

Donde Kuhn reflexiona sobre la vida, y el Comisario Inspector se sume en el silencio.

POR LEONARDO MOLEDO

–Nadie encontró ni los sutiles errores ni las incoherencias, también sutiles, del sábado pasado –dijo Kuhn.

–Tal vez los lectores nos creen infalibles –dijo Kuhn–, incapaces de un error o incoherencia.

–Estamos a merced de lo circunstancial –dijo Kuhn–, nada nos empuja como el viento de la novela, nada nos arrastra a la acción.

Kuhn estaba alarmado. El Comisario Inspector se había encerrado en un silencio sombrío.

–¿Nos estaremos extinguiendo? –se preguntó Kuhn– Estaremos por desaparecer, por hundirnos en la nada de la filosofía, en la inexistencia total, ¿pero es que acaso existimos? Casi todas las especies se extinguieron... ¿por qué no nos podría pasar a nosotros? Casi todas las especies dejaron tras de sí fósiles en el mejor de los casos, y en el peor, nada. ¿Dejaremos nosotros fósiles, sin haber resuelto el dilema de la fosilización artificial? La vida es una sombra ambulante, un pobre actor que recita su papel sobre el escenario, y luego es olvidado. Es un cuento contado por un idiota, lleno de sonido y de furia, y que no significa nada. La vida es un frenesí, una ilusión, una sombra una ficción, una construcción del tiempo, un sueño sin sentido; un absurdo en el que la razón lucha sin éxito contra torrentes de locura, que finalmente la vencen.

El Comisario Inspector seguía callado, sumido en una hosquedad sin fin, y así llegó el final de esta columna.

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Qué está pasando? ¿Y por qué el Comisario Inspector se sumergió en el silencio?

Correo de lectores

CAIDA LIBRE

De la Academia: *Demostrar*. "Mostrar, hacer ver que una verdad particular está comprendida en otra universal, de la que se tiene entera certeza."

Demostración. En su 5ª acepción, es "comprobación, por hechos ciertos o experimentos repetidos, de un principio o de una teoría".

El conocimiento científico depende de la confiabilidad de sus principios, que no son inmutables, evolucionan con el tiempo. La verificación de una teoría no significa su certeza concluyente y definitiva, siendo su aceptación un acto de fe.

Aristóteles introdujo el empirismo como base del conocimiento, en contraposición del idealismo platónico. No fue un experimentador sistemático como posteriormente Galileo, sino un agudo observador de la naturaleza. Su descripción de la caída libre, se basa en su apreciación de la realidad y de su intuición.

Aristóteles, no tenía idea de la constitución atómica y molecular de la materia, y menos del movimiento browniano, pero la consecuencia de su teoría, de la que se infiere que fraccionando un objeto en infinitos puntos, cada uno de ellos tardaría un tiempo infinito en caer, es valedera. No es necesario llegar al infinito para verificar el fenómeno. El agua y el hielo caen como cualquier otro cuerpo pero, como comprobamos cotidianamente, las pequeñas gotas de agua y de hielo de las nubes, cuyos tamaños oscilan entre unos pocos micrones y cien micrones, permanecen en suspensión y sin caer, hasta aglutinarse en tamaños mayores.

Roberto Fedorovsky